““# COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 NOVEMBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *Nouvelles observations sur l'étiologie et la prophylaxie du charbon;* par M. PASTEUR.

« Ce n'est pas devant cette Académie qu'il y a lieu d'exalter la nécessité des recherches expérimentales pour éclairer les phénomènes naturels dont les causes nous sont encore inconnues. Alors même que, dans certains sujets, des solutions pratiques semblent se dégager des faits d'observation pure, la vérité n'est acceptée et ne devient féconde en applications suivies que le jour où elle a pour point d'appui des démonstrations rigoureuses.

» La maladie désignée vulgairement sous les noms de *charbon*, *sang de rate, pustule maligne*,... est si anciennement connue, que certains auteurs sont portés à croire que ce fut une des dix plaies d'Égypte, sous les Pharaons. Néanmoins, c'est seulement dans le cours de ces derniers mois que nous avons pu en établir sûrement l'étiologie. Cette connaissance a fait surgir aussitôt dans l'esprit de tous, comme par une déduction obligée des faits nouveaux, un ensemble de mesures prophylactiques dont l'application, aussi simple qu'efficace, peut faire disparaître le fléau dans un

nombre d'années très restreint. Ce ne serait pas la première fois qu'une maladie se trouverait facilement combattue (je citerai l'exemple de la gale) à la suite de la découverte de sa véritable nature.

» De divers côtés, j'ai reçu des témoignages rassurants sur les efforts qui seront tentés contre la fièvre charbonneuse par les propriétaires intéressés et par l'administration. S'il fallait ajouter de nouveaux stimulants à l'urgence des mesures à prendre et convaincre des bienfaits dont elles seront le point de départ, aucune communication ne serait mieux faite, pour contraindre l'intérêt bien entendu des cultivateurs de nos départements où l'affection charbonneuse est enzootique, qu'une Note manuscrite qui m'a été confiée par M. Tisserand, le savant directeur du Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Les lectures que j'ai faites récemment à l'Académie lui ayant rappelé le souvenir de cette Note et son existence dans ses papiers, il a été assez heureux pour la retrouver. Elle porte la date : *Janvier* 1865. C'est à cette époque, à la suite d'une conversation qu'il eut avec M. le baron de Seebach, ministre de Saxe à Paris, que celui-ci lui remit cette Note, tout entière écrite de sa main en langue française. Les faits qu'elle relate sont une confirmation si éclatante de l'étiologie du charbon que j'ai exposée récemment, en mon nom et au nom de mes collaborateurs, MM. Chamberland et Roux, que je demande la permission de l'insérer intégralement dans nos *Comptes rendus*. Elle est d'ailleurs aussi courte qu'instructive.

Note remise par M. le baron de Seebach, ministre de Saxe à Paris (*janvier* 1865).

« En 1845, un nouveau fermier prit l'administration de mon domaine.

» Celui-ci comptait faire des améliorations sensibles, surtout rendre les terres plus fécondes par des engrais.

» Dans ces contrées, les terres apportées pendant l'été dans l'étable des moutons, souvent remuées après avoir servi de litière aux bêtes pendant la nuit et après être restées recouvertes par la paille en hiver, servent d'engrais et ont beaucoup d'avantages. Près de la ferme, il y avait une bande de terrain assez étendue dans laquelle les bêtes avaient été enfouies depuis des temps immémoriaux. Elle apparaissait au fermier comme particulièrement apte à être préparée, par le procédé indiqué, pour servir d'engrais.

» Le vieux berger s'opposa à ce que cette terre fût introduite dans l'étable, mais il ne put obtenir qu'une modification aux dispositions arrêtées, en ce sens que l'on ne commença que par la moitié de l'étable.

» Près de neuf cents bêtes étaient couchées sur la terre ainsi introduite; à côté il y avait les brebis, et le reste, dans le fond, hors de contact avec les premières. Pendant quelques jours les pertes n'étaient que normales; puis une nuit, deux et le lendemain six bêtes crevaient. On attribuait ces pertes à une cause quelconque et on laissait la terre dans l'étable.

Le lendemain matin on trouva quarante-cinq bêtes crevées; une brebis de l'enclos juxtaposé avait partagé le même sort. Dans le cours de la même journée, cinquante bêtes étaient crevées.

» Enfin la terre fut extraite de l'étable et celle-ci nettoyée, et une couche de fumier d'un pied d'épaisseur introduite dans l'étable. Pendant huit jours les pertes furent les mêmes, et ce n'est qu'alors qu'elles diminuèrent petit à petit. Pendant les quinze premiers jours, trois cent douze bêtes du premier enclos crevèrent et huit brebis de l'enclos juxtaposé. Dans la partie qui n'avait aucun contact avec la terre introduite, on n'eut à déplorer aucune perte.

» La mortalité continua dans des proportions moindres tout l'hiver, de sorte que, jusqu'au moment de la toison, quatre cents bêtes étaient crevées. C'est à ce moment que j'obtins par cession l'administration de la ferme.

» Les moutons crevés avaient été enfouis dans le même endroit, et la terre, après avoir été bien travaillée, avait été employée comme fumier pour une prairie sèche. J'envoie, par principe, les moutons au printemps sur ces sortes de prairies; je permis donc que les moutons allassent paître sur la prairie ainsi fumée, et d'autant plus facilement qu'il me semblait avantageux d'ameublir ainsi ces terres au moyen des moutons. En huit jours je perdis treize bêtes, et je ne pus comprendre comment cette terre, ayant été exposée à la gelée et à l'air et travaillée après avoir été mélangée avec de la chaux et de la cendre, pouvait contenir encore des germes de maladie.

» Afin de me convaincre encore plus complètement, je choisis dix des plus mauvaises bêtes, et je les laissai paître exclusivement sur cette prairie. En trois jours j'en perdis trois. Alors je cessai l'expérience, puisque j'avais acquis la preuve que cette terre contenait encore des éléments de contagion qui étaient communiqués aux bêtes lorsque leurs nez étaient restés en contact perpétuel avec elle.

» On a l'habitude dans nos contrées de laisser en été les moutons pendant la nuit sur des terres que l'on veut préparer pour l'ensemencement. Lorsque les moutons crèvent, ils crèvent généralement pendant la nuit et sont enfouis sur le terrain même.

» Mon berger avait une répugnance que je qualifiais de superstitieuse pour certains champs et ne voulait pas y laisser les animaux pendant la nuit. Il prétendait, sans en savoir la raison, que ces champs étaient malsains. Plus tard j'arrivai à la conclusion qu'il avait raison et je tâchai de m'en rendre compte.

» Le terrain, au printemps, est très dur et le travail, pour y creuser un trou suffisant pour y enfouir les bêtes, est très pénible. On le fait par conséquent très superficiellement et les cadavres sont très facilement mis à découvert par les chiens. Ceci me paraissait fort dégoûtant et je donnai une bèche à mes bergers afin de les rendre à même de mieux enfouir leurs animaux.

» Un jour, des chevaux attelés à une charrue s'enfoncèrent dans le terrain et furent aspergés par une matière putride; la charrue mit à découvert les restes d'un mouton en putréfaction; ceci me dégoûta, et j'ordonnai une vigilance sévère sur la manière d'enfouir les bêtes.

» Le coin du champ où cet incident était arrivé m'est resté clairement dans la mémoire. Le champ fut ensemencé cette année-là même avec du blé, et l'année suivante avec du trèfle. A la place en question, le trèfle vint avec profusion et à une hauteur extraordinaire.

Un jour je m'aperçus que ce trèfle avait disparu t je ne doutai pas qu'il n'eût été volé.

» Le lendemain matin, une femme vint en pleurant à la ferme me dire que sa chèvre était crevée et que sa vache était très malade.

» Cette circonstance m'ouvrit les yeux, et je me rendis aussitôt dans son étable, où je constatai que la vache avait la maladie de la rate la plus prononcée. Le cadavre de la chèvre me fut apporté, et je constatai également la même maladie.

» La femme m'avoua qu'elle avait pris le trèfle justement à la place qui m'était restée dans la mémoire et qu'elle en avait nourri ses deux bêtes.

» Il y avait près de deux ans que le mouton avait été enfoui, et le trèfle qui avait poussé à cette place avait répandu les germes de la maladie.

» J'ordonnai aussitôt que tous les cadavres fussent apportés à un endroit désigné par moi, que j'entourai d'un fossé de 2 pieds et d'une barrière.

» Depuis 1854 toutes les bêtes crevées sont enfouies à cette place, et il ne me reste plus qu'à indiquer les résultats de cette précaution :

» De 1849 à 1854 je perdis 15 à 20 pour 100 par an;

» De 1854 à 1858, 7 pour 100;

» De 1860 à 1864, 5 pour 100;

» En 1863, 3 pour 100. »

» Tels sont les précieux renseignements que contient cette curieuse Note. Aujourd'hui nous savons à quoi nous en tenir sur la véritable cause de l'infection qui s'empara des troupeaux de M. de Seebach. Elle ressort des faits que nous avons publiés récemment sur la culture du parasite charbonneux autour des cadavres des animaux enfouis et sur les germes, nés de cette culture profonde, que les vers, par leurs déjections, ramènent à la surface de la terre et sur les plantes qui y poussent. Elle ressort également de cette décisive expérience où, quatre moutons ayant été parqués sur une fosse contenant une vache charbonneuse enfouie plus de deux ans et trois mois auparavant, à 2^m de profondeur, un des quatre moutons mourait le huitième jour de son habitation sur la fosse, présentant toutes les lésions du charbon spontané et le sang rempli de filaments du parasite charbonneux. Je rappelle enfin que, depuis deux ans, toutes les tentatives que nous avons faites pour donner le charbon à des cobayes, soit avec la terre de la surface de cette fosse, soit avec les déjections des vers, ont eu des résultats positifs.

» Dans les derniers jours du mois d'août, nous avons, M. Chamberland et moi, reproduit cette même expérience sur quatre nouveaux moutons, en les faisant parquer sur une fosse toute semblable à la précédente, dans la même prairie, avec cette seule modification, que des barbes d'orge, coupées en fragments de $0^m,01$ de longueur environ, furent jetées sur la terre de la fosse en même temps que la nourriture des moutons. Cette fois,

un mouton mourut le sixième jour et un second le septième jour de leur habitation sur la fosse. Quatre moutons témoins nourris de la même manière, parqués à côté, mais non au-dessus d'une fosse, n'eurent aucun mal. Ces faits avertissent une fois de plus les cultivateurs du danger des aliments piquants, non macérés, quand il y a lieu de craindre qu'ils soient souillés par des germes charbonneux.

» Dans la Beauce, on a remarqué depuis longtemps que la mortalité se déclare surtout après qu'on a commencé le parcage des troupeaux sur les chaumes. Deux circonstances contribuent, dans ces conditions, à une exagération de la mortalité relativement à ce qu'elle est à l'étable. Sur les chaumes, les occasions de blessures sont plus fréquentes et les moutons sont à tout moment exposés à rencontrer les sources mêmes des germes de charbon sur les points où, dans les années antérieures, ont été enfouis des cadavres charbonneux.

» Quand on envisage les horribles maux qui peuvent résulter de la contagion dans les maladies transmissibles, il est consolant de penser que l'existence de ces maladies n'a rien de nécessaire. Détruites dans leurs principes, elles seraient détruites à jamais, du moins toutes celles dont le nombre s'accroît chaque jour, qui ont pour cause des parasites microscopiques. Comme tous les êtres, ces espèces parasitaires sont à la merci des coups qui peuvent les frapper. Bien différent est le groupe des affections qui accompagnent les manifestations de la vie, considérée en elle-même. L'humanité ne saurait être à l'abri d'une fluxion de poitrine, ni de mille accidents divers d'où peut naître la maladie avec toutes ses conséquences.

» En ce qui concerne l'affection charbonneuse, je crois fermement à la facile extinction de ce fléau. Le monde entier pourrait l'ignorer, comme l'Europe ignore la lèpre, comme elle a ignoré la variole pendant des milliers d'années. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation des éthers formés par les hydracides*; par M. Berthelot.

« 1. J'ai entrepris de mesurer la chaleur de formation des éthers que les hydracides engendrent par leur combinaison avec les carbures d'hydrogène et avec les alcools. Je me suis attaché aux trois éthers méthyliques, dérivés des acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, et aux trois éthers éthyliques correspondants : ce qui fournit les éléments

d'une comparaison méthodique entre les deux premières séries organiques. Cette comparaison s'applique à des éthers primaires; elle est complétée par une étude que j'ai publiée précédemment sur les trois éthers d'un autre ordre, dérivés de l'union de l'amylène avec les mêmes hydracides (1). J'ai pris soin d'ailleurs d'établir les données de mes expériences sur l'état gazeux, afin de les rapporter aux conditions théoriques les plus nettes.

» Je donnerai d'abord les faits, puis j'en tirerai les conséquences.

» 2. La détermination des chaleurs de formation des éthers d'hydracides offre de grandes difficultés, tant au point de vue des réactions mises en jeu que de leur réalisation expérimentale. Les éthers de l'amylène avaient pu être formés directement, par l'union des hydracides et du carbure d'hydrogène; mais ce procédé n'est applicable ni aux éthers éthyliques, en raison de la lenteur de la combinaison des hydracides avec l'éthylène, ni aux éthers méthyliques, le méthylène étant inconnu jusqu'ici. L'union directe des alcools méthylique et éthylique avec les hydracides est également trop lente, à la température ordinaire, pour être effectuée dans un calorimètre. Quant aux méthodes de double décomposition, qui m'ont permis de mesurer les chaleurs de formation des éthers oxaliques et acétiques, et qui s'appliquent en général aux éthers dérivés des acides organiques (2), je n'en ai trouvé aucune qui pût être employée pour les éthers d'hydracides, et cela à cause du caractère mal défini des états finals. Le perchlorure de phosphore, par exemple, si efficace pour préparer les éthers chlorhydriques, fournit en même temps des acides éthylphosphoriques, dont la nature est mal connue et dont la chaleur de formation paraît difficile à déterminer. On ne saurait davantage recourir aux réactions fondées sur l'emploi simultané du phosphore et de l'iode, ou du brome; toujours en raison de la formation des composés éthylphosphoreux, mal définie jusqu'ici, chimiquement et calorimétriquement.

» J'ai dû recourir à la mesure des chaleurs de combustion des éthers d'hydracides, conformément à la méthode générale de calcul que j'ai établie en 1865 pour les chaleurs de formation des composés organiques.

» A la vérité, la chaleur de formation des corps est ainsi tirée de la différence entre des nombres beaucoup plus considérables; ce qui est toujours un inconvénient. Mais les chaleurs de combustion des composés méthyliques et éthyliques ne sont pas assez fortes pour que les limites d'erreur

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IX, p. 295, et t. XVII, p. 138.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IX, p. 338.

atteignent l'ordre de grandeur des quantités que l'on en déduit : incertitude qui tend au contraire à rendre illusoires la plupart des calculs fondés sur les chaleurs de combustion des composés organiques renfermant un grand nombre d'équivalents de carbone.

» 3. Le principe des expériences étant posé, j'ai procédé à leur réalisation. A ce point de vue, mon détonateur calorimétrique a fourni des facilités que l'on ne trouve pas dans les méthodes de combustion ordinaires. Je doute même que celles-ci soient applicables à la combustion des éthers d'hydracides, spécialement à celle des éthers bromhydrique et iodhydrique, en raison de la mise en liberté, souvent simultanée, du corps halogène, de son hydracide et de l'eau qui s'y combine.

» En procédant par détonation, j'ai réussi à écarter ces obstacles, ou à en tenir compte, par divers artifices qui seront signalés en leur lieu. Je regarde cependant comme un devoir d'ajouter que les chaleurs de combustion ainsi déterminées, et par conséquent les chaleurs de formation que l'on en déduit, n'offrent pas tout à fait le même degré d'approximation que les chaleurs de combustion des composés formés simplement de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote; je ne puis garantir que le soin apporté dans l'exécution de ces délicates expériences.

» 4. *Ether méthylchlorhydrique* (chlorure de méthyle), C^2H^3Cl. — On a employé ce corps dans l'état gazeux, après en avoir vérifié la pureté par l'analyse eudiométrique. L'éther méthylchlorhydrique pur doit fournir et a fourni en effet, dans mes analyses, son volume d'acide carbonique.

» La dose d'oxygène consommée dans l'analyse surpasse légèrement la dose théorique, parce qu'il se forme toujours un peu de chlore aux dépens de l'acide chlorhydrique.

» Le gaz employé a été préparé par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'alcool méthylique. On ne doit pas recourir à l'addition de l'acide sulfurique, qui donne toujours naissance à de l'éther méthylique ordinaire. Quant au chlorure de méthyle du commerce, il renferme diverses impuretés qui nous en ont fait écarter l'emploi.

» Les détonations ont été exécutées sur un mélange de l'éther et de l'oxygène (ce dernier en léger excès), au sein de ma bombe calorimétrique en platine doublé d'acier, à vis-robinet de platine, que j'ai décrite dans ce Recueil (p. 189 et 191, *fig.* 4), instrument qui n'est attaqué ni par le chlore ni par le brome, ni par les hydracides. Pour les expériences actuelles, on plaçait à l'avance dans la bombe une ampoule scellée, contenant 3^{gr} à 4^{gr} d'eau et destinée à absorber le gaz chlorhydrique. Avec les éthers iodhy-

driques cette précaution est superflue, car il ne se produit pas d'hydracide. Avec les éthers bromhydriques, l'explosion étant trop faible pour briser l'ampoule à coup sûr, on a dû introduire l'eau après coup, par la vis, en profitant de la diminution de pression produite par l'explosion.

» Le poids de l'éther méthylchlorhydrique était compris entre $0^{gr},269$ et $0^{gr},291$; il était déduit de celui de l'acide carbonique. En le comparant avec le poids de l'acide chlorhydrique étendu, qui demeurait dans la bombe et que l'on dosait, on en a conclu le poids du chlore mis en liberté; celui-ci a varié entre 3,3 et 18,5 centièmes du chlore total. La correction résultante se déduit de la différence entre les chaleurs de formation de l'hydracide dissous et de l'eau : elle n'a pas surpassé $0^{Cal},8$.

» On a trouvé les chaleurs de combustion suivantes, rapportées à $50^{gr},5$ d'éther gazeux et à la réaction :

$$C^2H^3Cl + O^6 = C^2O^4 + HCl\,\text{gaz} + H^2O^2\,\text{liquide}.$$

	Nombre obtenu en présence de l'eau (volume constant).	Acide chlorhydrique supposé gazeux (pression constante).
	Cal	Cal
	169,6	153,2
	176,7	160,3
	169,6	153,2
	175,6	159,2
Moyenne ...	172,9	156,5

» D'où l'on déduit :

$$C^2(\text{diamant}) + H^3 + Cl = C^2H^3Cl\,\text{gaz, dégage} \ldots\ldots \quad +28^{Cal},5$$

» 5. *Éther méthylbromhydrique*, C^2H^3Br. — Sa combustion produit un volume égal d'acide carbonique, en absorbant sensiblement $7^{éq}$ d'oxygène :

$$C^2H^3Br + O^7 = C^2O^4 + 3HO + Br.$$

» La dose d'acide bromhydrique formée est faible, comme on s'en est assuré par des dosages directs (le brome libre étant dosé par l'acide sulfureux, puis le brome total par le bromure d'argent). Son influence est dès lors négligeable; surtout si l'on remarque que la chaleur de formation de l'hydracide étendu (+ 33,5) est très voisine de celle de l'eau (+ 34,5). J'ajouterai que la combustion totale ne s'opère nettement que pour des proportions voisines des rapports théoriques. Il suffit de doubler le volume de l'oxygène pour atteindre les limites de combustibilité : tantôt alors le

mélange ne détone plus, tantôt il brûle incomplètement et en formant des doses notables d'hydracide.

» On a opéré avec l'éther pesé dans des ampoules ($0^{gr},510$ à $0^{gr},530$) et on a contrôlé le résultat par la pesée de l'acide carbonique. On a trouvé, à volume constant, et en tenant compte de la vapeur d'eau :

	D'après le poids initial de l'éther.	D'après le poids final de CO^2.
	182,8	176,7
	181,0	180,7
	»	181,9
	»	177,8
Moyenne...	181,5	179,3

» La moyenne des deux séries est 180,4 à volume constant. Mais, les quatre cinquièmes du brome seulement, ou environ, étant gazeux dans ces conditions, il convient de retrancher — 0,7 pour tout réduire à l'état du métalloïde gazeux; il faut, au contraire, ajouter + 0,7 pour l'évaluation de la chaleur de combustion à pression constante. Celle-ci demeure donc égale à + 180,4. On en tire :

C^2(diamant) + H^3 + Br gaz = C^2H^3Br gaz, dégage....... + $17^{Cal},1$

» 6. *Éther méthyliodhydrique* C^2H^3I. — Sa combustion a lieu nettement d'après l'équation, vérifiée par nos analyses eudiométriques,

$$C^2H^3I + O^7 = C^2O^4 + 3HO + I.$$

On a trouvé, à volume constant, l'éther étant gazeux ($0^{gr},400$ à $0^{gr},500$) :

	D'après le poids initial de l'éther.	D'après le poids final de CO^2.
	185,1	186,7
	190,5	189,0
	»	186,0
	»	188,2
Moyenne ...	187,8	187,5

» La moyenne des deux séries, 187,65, devient + 188,7 à pression constante. Ce chiffre, pour l'iode gazeux, se réduit à + 183,3; d'où l'on tire :

	Cal
C^2 (diamant) + H^3 + I gaz = C^2H^3I gaz, dégage......	+ 14,2
I solide, C^2H^3I liquide................................	+ 15,0

» 7. *Éther éthylchlorhydrique* C^4H^5Cl. — J'ai trouvé, d'après une

Note précédente (p. 454) :

$$C^4 (\text{diamant}) + H^5 + Cl = C^4H^5Cl \text{ gaz} \ldots\ldots + 38^{\text{Cal}},5$$

» 8. *Éther éthylbromhydrique* C^4H^5Br. — La détonation de cet éther développe à la fois du brome, produit dominant, et de l'acide bromhydrique, qui peut s'élever jusqu'à 40 centièmes de la quantité théorique. Tous calculs faits, voici les résultats obtenus pour la réaction

$$C^4H^5Br \text{ gaz} + O^{13} = 2C^2O^4 + 5HO \text{ liq.} + Br \text{ gaz, à volume constant :}$$

	D'après le poids initial de l'éther (0,322 à 0,291).	D'après le poids final de CO^2.
	330,8	329,5
	325,0	»
	324,0	325,4
	331,9	331,9
Moyenne....	327,9	328,9

» Pour les deux séries 328,4; soit 329,5 à pression constante.

$$C^4 (\text{diamant}) + H^5 + Br \text{ gaz} = C^4H^5Br \text{ gaz} \ldots\ldots + 31^{\text{Cal}},0$$
$$Br \text{ liquide}, C^4H^5Br \text{ liquide} \ldots\ldots + 33^{\text{Cal}},7$$

» 9. *Éther iodhydrique* C^4H^5I. — La chaleur de formation de cet éther n'a pas été mesurée par combustion, sa tension étant trop faible. Mais j'ai opéré par substitution directe, au moyen du brome, et en agissant chaque fois sur 24^{gr} environ d'éther. J'ai vérifié, en redistillant les produits, que la réaction se passe très sensiblement d'après l'équation

$$C^4H^5I \text{ liq.} + Br \text{ liq.} = C^4H^5Br \text{ liq.} + I \text{ solide.}$$

» En tenant compte de la portion d'iode qui demeure dissoute dans l'éther bromhydrique, cetteréaction a dégagé + 9,71 et + 9,81; moyenne: + 9,76. On déduit de là :

$$C^4 (\text{diamant}) + H^5 + I \text{ solide} = C^4H^5I \text{ liq., dégage} \ldots + 23^{\text{Cal}},9$$
$$C^4 + H^5 + I \text{ gaz} = C^4H^5I \text{ gaz} \ldots\ldots + 22^{\text{Cal}},8$$

» 10. La réaction précédente, opérée avec un excès de brome, a dégagé une quantité de chaleur notablement plus grande; ce qui s'explique, attendu que le brome se combine à la fois avec l'iode et avec l'éther bromhydrique. La dernière combinaison peut être observée directement. Elle a lieu sans substitution et avec un dégagement de chaleur capable de faire bouillir le mélange

$$C^4H^5Br \text{ liq.} + Br \text{ liq., à } 9^\circ, \text{ dégage : } + 1^{\text{Cal}},4 ; Br^2 : + 2^{\text{Cal}},3 ; Br^3 : + 3^{\text{Cal}},0.$$

Il se forme ainsi des composés analogues aux perbromures et periodures alcalins (ce Recueil, t. XC, p. 844) et à ceux de l'hydrogène (t. XCI, p. 195).

» L'iodure d'éthylène, traité par $2^{éq}$ de brome, produit du bromure d'iode, uni ou mélangé avec un bromoiodure d'éthylène cristallisé C^4H^4BrI, volatil vers 165°, corps que l'on isole, après traitement par SO^2 étendu,

$C^4H^4I^2$ solide + Br^2 liq. = C^4H^4BrI + BrI, a dégagé........ $+13^{Cal},9$.

» L'emploi d'un excès de brome, puis de l'acide sulfureux, ramène tout à l'état de $C^4H^4Br^2$. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation du sulfure de carbone;* par M. BERTHELOT.

« La connaissance de la chaleur de formation du sulfure de carbone complète celle des composés renfermant $2^{éq}$ de carbone, dont j'ai fait une étude générale. J'ai trouvé, en opérant sur des poids connus de matière contenus dans une ampoule (trois expériences) que C^2S^4 gaz + O^{12} = $C^2O^4 + 2S^2O^4$ dégage : à volume constant, $+252^{Cal},8$; à pression constante, $+253^{Cal},3$. Ces combustions, faites dans ma bombe calorimétrique en platine, ont donné lieu à des doses considérables d'acide sulfurique anhydre, représentant du tiers au sixième du soufre total. On les a déterminées en dosant l'acide sulfureux, dans la bombe même, par une solution titrée d'iode, et l'on en a tenu compte dans le calcul ([1]). On déduit des chiffres ci-dessus que la combustion du sulfure de carbone liquide dégage : $+246^{Cal},9$; ou plus exactement $+246^{Cal},6$ (en tenant compte des chaleurs spécifiques sous les deux états). Favre et Silbermann avaient trouvé $258^{Cal},5$; mais ils ignoraient la formation de l'acide sulfurique. Je tire de mes nombres:

C^2(diamant) + S^4 solide = C^2S^4 gaz, absorbe...... $-21,1$
C^2S^4 liq .... $-14,4$

» Le sulfure de carbone est donc formé avec absorption de chaleur depuis ses éléments solides; mais il est probable qu'il y aurait dégagement de chaleur depuis le soufre et le carbone gazeux. J'ai insisté autrefois sur

---

([1]) Voir, dans ce Recueil, t. XC, p. 1453 et 1510, le dosage de l'acide sulfurique anhydre dans la combustion du soufre, ainsi que sa chaleur de formation pour l'état gazeux.

cette circonstance ([1]), et j'ai montré dans quelles conditions singulières s'opère la synthèse du sulfure de carbone : laquelle a lieu précisément entre les limites de température qui répondent à la dissociation du composé ([2]), et, en outre, avec régénération de carbone sous un état isomérique nouveau, celui de graphite ([3]). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les orages volcaniques;* par M. FAYE.

« Un des phénomènes les plus frappants de la Géologie, c'est assurément l'incorporation de l'eau, à haute pression, dans les silicates fondus qui ont pénétré dans les fissures profondes de l'écorce terrestre, transformés ainsi en une lave ardente, presque explosive, ou capable du moins de bouillonner avec violence à une température inférieure au point de fusion complète. La lave remonte, se déverse sur les flancs d'un volcan, délivrée d'une puissante compression. L'eau s'en échappe alors sous forme d'abondantes fumées où la vapeur d'eau figure, d'après Ch. Sainte-Claire Deville, pour neuf cent quatre-vingt-dix-neuf parties sur mille. Il en est de même de la lave qui reste dans le cratère : celui-ci émet d'instant en instant, par bouffées explosives, des torrents de vapeur d'eau qui s'élèvent en forme de colonne nuageuse dans l'atmosphère. Je n'ai pas à m'occuper ici du phénomène chimique, qui a été si remarquablement étudié par notre savant géologue M. Daubrée; je veux seulement faire observer que, pendant les éruptions paroxysmales, la vapeur d'eau lancée par un volcan prend des proportions énormes, et donne naissance à des phénomènes météorologiques d'un certain intérêt. Ce sont des orages volcaniques; la foudre y éclate en traits nombreux, suivis de pluies et même d'averses, en sorte qu'à première vue on est tenté d'identifier ces orages, dus à l'action du soleil encroûté que nous foulons aux pieds, avec les vrais orages dus à l'action du soleil extérieur.

» L'Académie se rappelle les longues discussions que j'ai eues à soutenir contre plusieurs savants météorologistes sur cette question des orages. J'affirmais, et je crois avoir complètement démontré, par l'ensemble des faits connus, que ces orages sont dus à des mouvements gyratoires descendant

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVIII, p. 175 (1869).
([2]) Même Volume, p. 169.
([3]) Même Recueil, 4e série, t. XIX, p. 423.

de la région des cirrhus jusque dans celle des nuages inférieurs, et même quelquefois jusqu'au sol, sous forme de tornades. J'ai fait voir que ces gyrations puissantes prennent naissance dans les courants supérieurs réguliers qui charrient les cirrhus fortement électrisés et à très basse température; les orages qu'elles produisent participent dès lors à leur translation rapide et parcourent ainsi en peu d'heures d'énormes espaces. Je ne connais pas d'exception à ces simples lois de Mécanique atmosphérique.

» Voici néanmoins des phénomènes qui possèdent quelques-uns des aspects d'un orage et qui éclatent dans des colonnes nuageuses lancées violemment de bas en haut. Faut-il croire que les météorologistes n'avaient pas tout à fait tort d'attribuer les orages solaires à des colonnes ascendantes d'air chaud, allant porter leur humidité dans les régions supérieures et s'y condenser en nuages fortement électrisés? En aucune façon; il me sera facile de montrer que les orages volcaniques diffèrent essentiellement des orages ordinaires; au fond, ils ne leur ressemblent pas autrement que le flux d'étincelles et de nuages qu'on obtiendrait artificiellement avec une puissante chaudière électrique d'Armstrong. L'objet de la Note actuelle est de préciser ces différences capitales.

» Au commencement du trop court séjour que je viens de faire à Naples, l'air était calme; la fumée du Vésuve s'élevait verticalement par bouffées successives jusqu'à une assez grande hauteur; là une légère brise l'emportait vers la pointe de Sorrente, au-dessus de laquelle elle formait une panne de nuages. La nuit, cette colonne s'illuminait à la base, de minute en minute, parce que le volcan, se débarrassant par intermittences des scories qui en obscurcissent la lave, lançait des volées de pierres incandescentes; celles-ci retombaient en s'écrasant sur les flancs du petit cône ou dans le cratère lui-même. C'est le phénomène que M. Siemens a étudié récemment dans une Note du plus haut intérêt, lue à l'Académie de Berlin le 17 octobre 1878. Si l'on se reporte à l'hypothèse météorologique que j'ai combattue, on trouvera là tous les éléments nécessaires, selon cette théorie bien entendu, à la formation de fréquents orages locaux.

» On se rappelle en effet que, dans cette étonnante théorie, la première condition de la formation d'un orage, c'est le calme de l'atmosphère et un certain renversement des densités qui se produit souvent dans les couches basses, de manière à rendre légèrement instable l'équilibre habituel. Ces couches basses ne demandent alors qu'à monter; elles ne sont retenues que par le poids des couches supérieures. Mais si, par une cause quelconque, cet équilibre instable est troublé en un point, par exemple par la

colonne de fumée qui s'élève au-dessus d'une cheminée, l'air inférieur se précipite *horizontalement* vers la base de cette colonne, appelé qu'il est par une sorte de tirage; bientôt le phénomène s'agrandit, l'air chaud et humide s'emporte dans les airs en une colonne gyratoire de plus en plus vaste, et va former en haut des nuages au sein desquels éclateront, à ce qu'on suppose, la foudre, la grêle et les averses. On a même essayé de provoquer ainsi artificiellement des orages : rien de plus simple, en effet, puisqu'il suffirait d'une atmosphère calme, légèrement surchauffée en bas, et d'y allumer un feu de paille dont la fumée donnerait la première impulsion.

» A Naples, le Vésuve est là en permanence pour remplir cet office par sa colonne ascendante de vapeurs surchauffées. Chaque fois que l'atmosphère est dans l'état susdit d'équilibre instable, il devrait donc se former un orage, grâce à l'appel puissant de cette colonne ascendante. Je n'ai pas besoin de dire qu'il ne s'en forme jamais et qu'à Naples, comme ailleurs, les orages arrivent tout formés; ils disparaissent ou plutôt ils s'éloignent de même, sans relation aucune avec le Vésuve.

» On sait que les météorologistes ont fini par adopter l'idée que les mouvements atmosphériques sont essentiellement tourbillonnaires, avec cette particularité que les gyrations, provenant, selon eux, de la rotation diurne du sol, s'exécutent autour d'axes verticaux ; seulement ils veulent que ces gyrations soient ascendantes.

» J'ai examiné avec soin la colonne ascendante du Vésuve, de près comme de loin, sans y trouver la moindre trace de pareils mouvements gyratoires. Les énormes flocons de nuages qui s'en échappent paraissent bien tourbillonner ; mais ce sont des mouvements confus, tumultueux, dans les flocons seulement, et, si ceux-ci devaient parfois présenter quelque chose de régulier, ce serait le tourbillonnement autour d'un axe circulaire horizontal, comme les couronnes de fumée qu'on chasse d'une pipe en y soufflant d'un coup sec (¹). L'absence de mouvements gyratoires à axe vertical, que j'ai constatée pendant une période de calme relatif, se retrouve même en temps d'éruption. J'ai sous les yeux un dessin de l'éruption de 1822 où l'on voit les nuages issus des laves remonter les pentes du volcan et, obéissant à l'appel de la colonne éruptive, s'élever verticalement avec elle jusqu'au

---

(¹) « Jede Explosion », dit M. Siemens, qui a observé avec soin ces phénomènes en 1878, « riss die umgebende Luft mit sich fort, und bildete dadurch, über dem Berggipfel, einen in sich von innen nach aussen rotirenden und sich beim Aufsteigen erweiternden Dampfring. » Les explosions étaient alors plus fortes qu'en septembre de cette année.

ciel. Il est facile de constater qu'ils ne s'enroulent pas autour de cette colonne; rien ne présente la moindre trace de mouvement gyratoire, et cependant de cette colonne ascendante partent en tous sens des traits de foudre.

» Les orages volcaniques ne se produisent que pendant les grandes éruptions. Ils ne se déplacent pas; c'est toujours de cette colonne ou des flocons de nuages qui la forment que jaillissent les éclairs, et il y a ceci de très particulier que leur apparition est intimement liée à la présence et à la chute de cendres abondantes. C'est ici une règle constante, formulée par l'éminent directeur de l'Observatoire du Vésuve, M. Palmieri :

» 1° Les cendres qui retombent sur le sol sont toujours chargées d'électricité négative.

» 2° Il n'y a jamais de décharges électriques (elles s'opèrent dans la partie moyenne de la colonne), à moins que la cendre ne tombe en abondance des nuages supérieurs (¹).

» Ainsi, pas de mouvements gyratoires, immobilité complète de l'orage volcanique qui reste confiné dans la colonne de nuages ascendants, pas d'éclairs sans le concours des cendres, voilà déjà quelques traits qui font, des orages volcaniques, une classe absolument distincte de celle des orages solaires, en les identifiant presque avec les effets de la machine d'Armstrong. J'ajoute que, si les premiers sont parfois accompagnés d'averses qui ravagent plus ou moins les pentes de la montagne, averses qui dans les pays froids se transformeraient en neige, on n'a jamais fait mention de grêle, et je n'hésite pas à prédire qu'on n'en observera jamais, car la grêle est le produit de vastes mouvements gyratoires qu'on ne retrouve pas dans les nuages des volcans.

» Bien que les orages immobiles du Vésuve n'aient, sauf le premier aspect, presque aucun point de ressemblance avec les orages solaires marchant à grande vitesse, versant sur des espaces énormes la pluie, la grêle et les foudres, et parfois ravageant le sol par leurs gyrations furieuses, il n'en est pas moins vrai que les premiers sont des phénomènes météorologiques intéressants à étudier. On peut compter pour cela sur l'Observatoire du

---

(¹) 1° Il fumo mostra sempre forte elettricità positiva;

2° La cenere cadendo sul luogo delle osservazioni dà elettricità negativa;

3° Le folgori, anche con eruzioni fragorose, possono mancare. La condizione indispensabile per l'apparizione delle folgori in mezzo al fumo è la caduta di cenere copiosa dei globi superiori al fumo. (*Il Vesuvio e la sua Storia*, Milan, 1880.)

Vésuve, établissement unique au monde et bien digne d'obtenir les larges subventions dont la Science a besoin à notre époque. Tout en admirant le remarquable ensemble d'appareils séismiques, magnétiques et électriques enregistreurs de M. Palmieri, je me suis demandé s'il n'y aurait pas quelque intérêt à étudier directement les traces d'électricité dans les vapeurs qui s'échappent actuellement de la bouche même du Vésuve. Sans doute il faudrait pour cela aller poser des appareils spéciaux à 2^{km} de l'Observatoire, sur le bord du cratère, en s'exposant à les voir briser par quelque scorie retombant de ce côté; mais je me dis qu'à force de persévérance et de courage M. Palmieri et surtout notre regretté confrère M. Ch. Sainte-Claire Deville ont bien réussi à y puiser directement des gaz pour en faire l'analyse chimique. Pourquoi, à leur exemple, n'y puiserait-on pas de l'électricité?

» Toutes les entreprises scientifiques sont d'ailleurs rendues bien plus faciles qu'autrefois par l'établissement d'un chemin de fer funiculaire qui conduit chaque jour de nombreux visiteurs tout en haut du grand cône, presque au pied du dernier cratère, aujourd'hui comblé, où je me suis promené sur les laves fumantes et grinçantes. J'aurais voulu me faire hisser jusqu'au bord du petit cône d'éruption actuel; mais mes guides et moi nous avons été chassés subitement par une saute de vent qui nous a enveloppés dans des bouffées de vapeurs acides. Il a fallu en dégringoler bien vite en toussant à qui mieux mieux. D'autres plus habiles y pourraient aller et, en choisissant bien leur emplacement, expérimenter à loisir avec une longue gaule et un électromètre portatif.

» Quoi qu'il en soit d'une suggestion que je hasarde après coup, j'ai trouvé qu'il n'y a rien de plus instructif, pour un observateur disposant de quelques semaines de loisir, qu'une ascension au Vésuve et une visite détaillée aux Champs Phlégréens.

» Je ne parle pas du géologue, qui se trouve là dans son élément, mais du géodésien, qui verra combien l'écorce terrestre peut garder de mobilité en certaines régions, du météorologiste, qui suivra le jeu de forces complètement étrangères au grand moteur habituel de notre atmosphère, de l'astronome lui-même qui, après avoir contemplé une bonne fois ces éruptions, ne sera plus tenté d'y chercher des analogies avec les taches du Soleil ou les cirques de la Lune.

» Pour moi, l'impression qui me reste de ces horreurs de la nature au milieu du pays le plus splendide qu'on puisse rêver est profonde et ineffaçable. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les photographies de nébuleuses;* par M. J. Janssen.

« M. Draper a annoncé, dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, qu'il était parvenu à obtenir une photographie de la nébuleuse d'Orion, et l'éminent auteur annonce qu'il enverra prochainement des détails sur la méthode employée.

» Je ne suis nullement surpris de ce résultat, eu égard à l'habileté bien connue de M. Draper, et aussi, il faut le dire, en raison des nouvelles préparations photographiques sèches découvertes dans ces derniers temps.

» Ces nouvelles préparations, qui réunissent les avantages d'une action lumineuse aussi prolongée qu'on veut, avec une sensibilité supérieure à celle des meilleurs procédés de la voie humide, ouvrent une carrière nouvelle à la Photographie, et spécialement à la reproduction des objets célestes que leur peu de pouvoir lumineux rendaient inaccessible aux anciens procédés.

» Aujourd'hui la photographie d'une nébuleuse très brillante est relativement facile, si l'on se contente de la partie la plus lumineuse de l'objet; elle est, au contraire, extrêmement difficile si l'on veut une image complète, comparable aux images données par nos grands instruments. Or, ce sont nécessairement ces images qu'il faut obtenir si nous voulons préparer, pour des temps qui ne soient pas trop éloignés, des documents propres à mettre en lumière ces variations de structure nébulaire dont la dicussion sera si importante pour la connaissance de la constitution de l'univers.

» Mais c'est là un sujet qu'on trouvera bien vaste si l'on considère d'une part le nombre prodigieux des nébuleuses à reproduire fidèlement, et de l'autre la rareté des circonstances de pureté atmosphérique qui sont absolument indispensables pour obtenir des images un peu complètes.

» Il sera donc bien nécessaire que cette étude, capitale pour l'avenir de la science, soit faite dans le plus grand nombre possible d'observatoires où l'on s'occupe d'Astronomie physique, qu'on y consacre beaucoup de temps, de grands instruments et d'habiles observateurs.

» C'est dans la pensée de concourir à une étude aussi importante que nous préparons à Meudon les éléments d'un travail de ce genre. Le télescope à très court foyer avec lequel j'ai pu obtenir, en 1871, un spectre très lumineux de la couronne et qui a révélé sa véritable nature, m'a paru un

type que je compte imiter en plus grand pour cette étude. La combinaison d'un instrument extrêmement lumineux, de plaques sèches très sensibles et d'une limpide atmosphère est la condition première du succès.

» Mais on doit accueillir avec une extrême faveur toute tentative faite dans une direction si féconde pour l'avenir de la Science. »

ASTRONOMIE. — *Observations de planètes et de comètes, faites à l'Observatoire de Marseille.* Communiquées par M. STEPHAN.

Planète (217), EUDORE (¹) *découverte par M. Coggia.*

Dates. 1880.		Heure de l'observation (T.M. de Mars.) h m s	Æ. h m s	𝔓. ° ′ ″	Log. fact. par. en Æ.	Log. fact. par. en 𝔓.	Étoile de comp.	Observateur.
Septembre	1..	14.31.21	23.15.44,91	94.45.37,6	+$\bar{1}$,3452	−0,8162	*a*	Coggia.
»	3...	10.31.50	23.14.45,27	95. 8.11,0	−$\bar{1}$,3018	−0,8195	*b*	Coggia.
»	6...	12. 3.45	23.12.59,55	95.45.14,6	$\bar{\infty}$	−0,8279	*c*	Coggia.
»	7...	10.24.37	23.12.28,05	95.56.25,0	−$\bar{1}$,2599	−0,8252	*c*	Coggia.
»	10...	9.52.14	23.10.46,01	96.32. 1,3	−$\bar{1}$,3314	−0,8269	*d*	Coggia.
»	12...	12.31.31	23. 9.34,80	96.56.45,9	+$\bar{2}$,9885	−0,8343	*e*	Coggia.
»	13...	11.23. 3	23. 9. 3,00	97. 7.45,7	−$\bar{2}$,3855	−0,8367	*e*	Coggia.
»	21...	13. 6.24	23. 4.57,18	98.35.41,9	+$\bar{1}$,3627	−0,8367	*f*	Coggia.
»	22...	9.14.26	23. 4.35,26	98.44. 6,1	−$\bar{1}$,2765	−0,8407	*f*	Coggia.
»	23...	9.16.30	23. 4. 9,93	98.53.51,9	−$\bar{1}$,2503	−0,8422	*f*	Coggia.
»	24...	9. 5. 4	23. 3.45,28	99. 3.23,7	−$\bar{1}$,2795	−0,8422	*f*	Coggia.
»	25...	10. 9.15	23. 3.20,74	99.13.16,4	−$\bar{2}$,8104	−0,8488	*g*	Coggia.
»	27...	10. 0.12	23. 2.37,74	99.31. 9,0	−$\bar{2}$,8158	−0,8506	*g*	Coggia.
»	29...	11.21.52	23. 1.57,71	99.48.55,6	+$\bar{1}$,0299	−0,8509	*h*	Coggia.
»	30...	9.41. 0	23. 1.42,36	99.56.25,3	−$\bar{2}$,8915	−0,8527	*h*	Coggia.
Octobre	1...	10.34.35	23. 1.25,81	100. 4.31,8	+$\bar{2}$,5176	−0,8543	*h*	Coggia.
»	2...	9.21.37	23. 1.12,01	100.11.44,3	−$\bar{2}$,9896	−0,8534	*h*	Coggia.
»	4...	9.41.31	23. 0.46,34	100.24.59,1	−$\bar{2}$,6548	−0,8559	*i*	Coggia.
			Planète (218), *découverte par M. Palisa.*					
Septembre	22...	11.38.42	22.56.21,97	95.56.43,4	+$\bar{2}$,9850	−0,8281	*j*	Coggia.
»	23...	9.53.49	22.55.47,02	96. 5.19,0	−$\bar{2}$,9724	−0,8290	*j*	Coggia.
»	24...	9.43.45	22.55. 9,98	96.14.24,8	−$\bar{1}$,0175	−0,8298	*j*	Coggia.
			Comète découverte par M. Hartwig le 29 septembre.					
Octobre	1...	8.24.25	14.49.10,58	61. 6.21,0	+$\bar{1}$,6945	−0,7063	*k*	Coggia.
»	2..	7.49. 9	15. 7. 0,67	61.46. 4,3	+$\bar{1}$,6895	−0,6963	*l*	Coggia.
»	4...	8.27.28	15.38.50,13	63.27.27,7	+$\bar{1}$,6856	−0,7211	*m*	Coggia.
»	8...	9. 8.12	16.29.19,37	67.10.34,0	+$\bar{1}$,6733	−0,7420	*n*	Coggia.

(¹) Eudore est le nom de l'une des Hyades.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1880,0.

Étoile.	Nom de l'étoile.	Æ. (h m s)	℘. (° ′ ″)	Autorité.
a....	8123 B. A. C.	23.14. 0,94	94.34. 6,3	Cat. B. A. C.
b....	8134 B. A. C.	23.15.10,46	95.19.43,2	Cat. B. A. C.
c.....	8119 B. A. C.	23.13.10,29	95.46.45,0	Cat. B. A. C.
d....	8129 B. A. C.	23.14.29,97	96.33.43,3	Cat. B. A. C.
e.....	10220 United States C.	23.17.17,59	96.58.38,3	U. S. Cat.
f.....	23 Weisse (A.C.), H. XXIII	23. 3.52,83	98.48.22,9	Cat. W.
g....	36 Weisse (A.C.), H. XXIII	23. 4.39,18	99.16.24,9	Cat. W.
h....	1240 Weisse (A.C.), H. XXII	22.59.55,10	100. 2.15,9	Cat. W.
i.....	1241 Weisse (A.C.), H. XXII	23. 0. 0,61	100.14. 4,7	Cat. W.
j.....	10146 United States C.	22.57.39,01	96. 5.20,4	U. S. Cat.
k....	1015-16 Weisse (N.C.), H. XIV	14.48. 3,95	61. 0.19,2	Cat. W.
l....	143 Weisse (N.C.), H. XV,	15. 7.42,11	61.37. 3,8	Cat. W.
m....	5192 B. A. C.	15.37.42,36	63.19.22,8	Cat. B. A. C.
n....	774 Weisse (N. C.), H. XVI	16.26.56,33	67. 9.32,7	Cat. W.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur l'œuf d'hiver du Phylloxera.* Note de M. Valery-Mayet, présentée par M. Ém. Blanchard.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans une Note adressée à l'Académie sur la recherche de l'œuf d'hiver du Phylloxera en Languedoc (séance du 24 novembre 1879), je disais que la rareté des gallicoles confirme à la fois les observations qui leur attribuent l'œuf d'hiver pour origine et la rareté même de cet œuf, tout en prouvant son existence.

» Mes recherches ont été continuées cette année, et, sans être arrivé à la solution complète de la question, j'ai fait néanmoins un grand pas en avant.

» Dix bocaux d'éclosion, garnis de racines fortement phylloxérées, ont été disposés fin juillet dans mon laboratoire. J'ai obtenu ainsi un millier d'insectes ailés, soit environ deux cents pendant le mois d'août, cinq cents pendant le mois de septembre et trois cents pendant la première quinzaine d'octobre. Tous les matins, j'enfermais ma récolte sous une cloche de verre garnie de jeunes pousses de vigne, et le lendemain les individus les plus vigoureux étaient mis dans des tubes de verre. Du 1er août au 15 octobre, six cents insectes environ furent ainsi enfermés dans cinquante tubes, et

dès les premiers jours j'eus la satisfaction d'en voir pondre plusieurs. Les trois quarts périrent sans avoir voulu ni planter leur suçoir dans les feuilles ni déposer leurs œufs; mais j'obtins environ cent cinquante pontes, qui furent mises moitié à l'air libre, moitié dans mon laboratoire, les tubes étant bouchés avec un tampon de coton.

» Le mois d'août se passa sans une seule éclosion; le mois de septembre également. Les œufs, comme dans mes expériences des années précédentes, étaient secs au bout de quatre ou cinq jours. Le 2 octobre, enfin, j'obtins un mâle, qui, ne pouvant s'accoupler, vécut plusieurs jours; mais le 6, le voyant près de mourir, j'en fis une préparation. Le 7, je trouvai une femelle, qui, ne pouvant être fécondée, fut préparée également. Le 10, un œuf d'hiver était pondu contre le verre, la dépouille de la mère à côté. Du 10 au 15, pas d'éclosion. Le 15, le 16 et le 17, nouvelles éclosions de femelles, au nombre de quatre. Deux moururent sans avoir pondu; trois effectuèrent leur ponte le lendemain ou le surlendemain de leur naissance, mais les œufs, non fécondés, se sont séchés ou ont été préparés.

» Il ne s'en est donc fallu que de vingt-quatre heures pour que je pusse mettre en présence un mâle et une femelle. Ce n'est que partie remise, et j'espère bien, l'an prochain, annoncer à l'Académie que j'ai obtenu en Languedoc un œuf d'hiver fécondé.

» Mes recherches durent depuis trois ans. Celles de cette année confirment mes conclusions de l'année dernière. Je disais que l'état hygrométrique du pays s'opposait le plus souvent à la ponte des ailés et à l'éclosion des sexués. Nous voyons celle-ci se produire en octobre quand les mois d'août et de septembre ne nous en ont pas présenté. Si nous consultons les observations météorologiques faites à l'École d'Agriculture de Montpellier, nous en trouvons l'explication. L'état hygrométrique de la première semaine d'octobre, mesuré au psychromètre d'August, a été en moyenne de 0,79, celui des vingt premiers jours de 0,72, tandis que la moyenne de septembre a été 0,68 et celle d'août 0,60. Les jours où j'ai constaté des éclosions ont tous été des jours de grande humidité. Le 2 octobre, en effet, nous trouvons 0,76 au psychromètre; le 10, 0,66; le 15, 0,60; le 16, 0,85, et le 17, 0,91. Au delà de cette date, la chaleur a sans doute fait défaut : les œufs qui restaient se sont desséchés. Je n'ai pas non plus obtenu de pontes d'ailés depuis le 14, bien que les éclosions de ces derniers aient continué et doivent continuer encore à se produire, les nymphes étant plus nombreuses que jamais sur les racines.

» Il est donc bien certain que l'état hygrométrique de l'air, en moyenne

trop sec chez nous, est le grand obstacle à la production de l'œuf d'hiver. Dès que les vents de mer, qui soufflent toujours en automne, nous ramènent aux conditions du climat de l'ouest, nous en voyons se produire.

» De là à l'existence d'un œuf de sexué éclosant en été, dont a parlé M. Graëlls, il y a loin; mais il est possible qu'en Andalousie les éclosions estivales soient facilitées par les conditions climatériques. Ne voyons-nous pas les œufs de *Bombyx mori* avoir besoin de l'action du froid pour éclore en France, quand, au Bengale, la chaleur humide du pays provoque au contraire leur éclosion rapide? »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** transmet à l'Académie un Rapport du service local du Génie, sur un coup de foudre qui a frappé le fort du cap Brun, près Toulon, le 15 septembre dernier.

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

ASTRONOMIE. — *Éléments de l'orbite de la nouvelle planète* (217), *découverte par M.* Coggia. Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. l'amiral Mouchez.

« Je me suis proposé de prendre une nouvelle planète et de lui appliquer les méthodes de M. Gyldén pour le calcul des perturbations relatives, mon objet étant de tirer tout le parti possible des observations, de manière à obtenir, en quelques années, une orbite très approchée qui puisse servir de base à des recherches plus étendues.

» M. Coggia a eu l'obligeance de me communiquer les vingt observations qu'il a faites du 30 août au 4 octobre. Si l'on ajoute à ces observations celles de M. Bigourdan, communiquées dans les *Comptes rendus*, on est en droit d'espérer une première détermination assez précise de l'orbite.

» Voici les éléments conclus des observations des 30 août, 13 septembre et 4 octobre; ils seront déterminés de nouveau après l'observation des étoiles de comparaison :

Éléments de la planète (217).

(217) **Époque : Septembre 13,5, T. M. de Berlin.**

$$
\begin{aligned}
M_0 &= 19^\circ.54'.41'',89 \\
\Omega &= 164.\ 7.19,05 \\
\pi - \Omega &= 143.\ 2.38,57 \\
i &= 11.\ 6.24,96 \\
\varphi &= 19.55.25,42 \\
\mu &= 665'',7647.
\end{aligned}
\quad \left.\right\} \text{Équinoxe et elliptique moyens 1880,0.}
$$

» En calculant avec ces éléments le lieu moyen, on trouve

$$Æ_o - Æ_c = +0'',04, \quad D_o - D_c = +0'',05. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la résolution des équations algébriques; examen de la méthode de Lagrange.* Note de M. E. WEST, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Dans une Note précédente, j'ai montré que l'on pouvait mettre l'expression des racines d'une équation algébrique du degré m sous la forme

$$(1) \qquad x = \Xi_0 + \rho\Xi_1 + \rho^2\Xi_2 + \ldots + \rho^{m-1}\Xi_{m-1};$$

x, remplaçant ici la lettre X employée précédemment, désigne une racine de l'équation proposée; ρ est une racine de l'unité positive du degré m; Ξ_0 est une quantité connue et $\Xi_1, \Xi_2, \ldots, \Xi_{m-1}$ sont les racines d'une équation résolvante du degré $m-1$.

» Il était indispensable d'établir cette forme des racines, car elle est équivalente à celle que donne Lagrange.

» Ce géomètre présente sa méthode comme un résumé des travaux faits antérieurement aux siens (Note XIII, t. VIII des *Œuvres* de Lagrange), et il base l'expression générale des racines sur l'analogie qu'elle présente avec la forme des racines des équations des premiers degrés. Vandermonde semble être le premier géomètre qui ait établi d'une façon certaine la forme des racines; on peut considérer la remarque de Lagrange, relativement à la comparaison qu'il fait du Mémoire de Vandermonde et du sien, comme une justification de la forme qu'il adopte.

» Lagrange prend d'abord pour inconnue de sa résolvante la fonction t,

ainsi définie :

$$(2) \qquad t = x' + \alpha x'' + \alpha^2 x''' + \ldots + \alpha^{m-1} x^{(m)}.$$

$x', x'', \ldots, x^{(m)}$ sont les racines de l'équation proposée du degré m, supposé premier dans la première partie de la méthode, et α est une racine de l'unité positive du même degré.

» On en déduit

$$(3) \qquad x^{(p+1)} = \frac{1}{m}(t^0 + \alpha^{m-p} t' + \beta^{m-p} t'' + \gamma^{m-p} t''' + \ldots);$$

$\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ sont les diverses racines de l'équation $\alpha^m - 1 = 0$. On voit que cette expression est équivalente à l'expression (1).

» Enfin, en posant

$$(4) \qquad t^m = \theta,$$

on trouve que la quantité θ^0 est connue et que $\theta', \theta'', \ldots, \theta^{(m-1)}$ sont les racines de l'équation résolvante du degré $m - 1$:

$$(5) \qquad \theta^{m-1} - T\theta^{m-2} + U\theta^{m-3} - \ldots = 0.$$

» Les coefficients T, U, ... se déduisent rationnellement de l'un d'eux, et celui-ci est donné par une équation du degré $1.2.3\ldots(m-2)$, formée avec les coefficients de l'équation proposée.

» Après avoir donné le moyen de calculer ces coefficients, Lagrange ajoute : « Il est possible que cette équation puisse être abaissée à un degré » moindre, mais c'est de quoi il me paraît très difficile, sinon impossible, » de juger *a priori*. »

» Cependant on peut compléter cette méthode.

» Les racines des équations, par leur nature, ne se distinguent généralement pas les unes des autres, puisqu'elles se présentent toutes comme le résultat d'une même opération; au contraire, elles peuvent se distinguer par leurs valeurs, mais cela ne concerne pas la question présente. La raison en est que, dans les conditions du problème qui donne lieu à l'équation finale dont on cherche les racines, l'inconnue qui produit ces racines peut être définie par diverses sortes de propriétés. Si la propriété qui définit est caractéristique, les racines jouissent de toutes les propriétés de la quantité inconnue; elles ne peuvent pas être distinguées et elles entrent symétriquement dans l'équation; l'équation est irréductible. Si la propriété qui définit est seulement commune à l'inconnue et à d'autres quantités, toutes ces

quantités sont racines de l'équation; mais ces racines peuvent se distinguer par groupes correspondant chacun à une propriété caractéristique, celle-ci définissant spécialement chaque espèce de quantité; l'équation est alors réductible.

» Cette définition des équations réductibles diffère de celle d'Abel, généralement reproduite dans les Ouvrages; cette dernière est purement conventionnelle; elle est relative à la forme des diviseurs de l'équation. On sait d'ailleurs que Gallois introduit une nouvelle convention : ce sont les *quantités adjointes*. Il est clair que la définition d'Abel ne peut conduire directement à la solution de la question présente, qui a pour objet la nature même des racines.

» Cela posé, Lagrange montre encore que, si m est premier, les quantités $\theta', \theta'', \ldots, \theta^{(m-1)}$ appartiennent à une seule équation (5), et que par tous les changements de ces quantités entre elles on ne forme que $1.2.3\ldots(m-2)$ systèmes de racines x, tels que l'indique l'expression (3). C'est là le point essentiel.

» Il en résulte que l'expression (5) est irréductible; aussi toutes les quantités $\theta', \theta'', \theta''', \ldots$ y entrent-elles symétriquement et ne peuvent-elles être distinguées les unes des autres. L'ordre des accents n'est que relatif, et tout autre ordre que l'ordre précédent satisfait nécessairement à la question; ce n'est donc que par l'ensemble des termes que l'expression (3) donne les quantités x, par suite du concours symétrique des quantités θ', θ'', θ''', ...: donc les $1.2.3\ldots(m-2)$ systèmes sont équivalents.

» Ensuite, pour ce qui concerne l'équation auxiliaire du degré $1.2.3\ldots(m-2)$ d'où dépendent les coefficients T, U, ..., si l'on désigne par R l'une des racines (qui ne sera autre que l'un de ces coefficients), cette quantité R donnera lieu aux $1.2.3\ldots(m-2)$ systèmes précédents. Mais une autre racine R' différente de R, donnant des coefficients T', U', ... différents des premiers, donnera aussi des quantités θ qui différeront des précédentes. Or ces nouvelles quantités θ donneraient lieu à $1.2.3\ldots(m-2)$ nouveaux systèmes différents de ceux que l'on vient de considérer, et, puisqu'il ne peut y avoir que $1.2.3\ldots(m-2)$ systèmes de racines qui satisfassent à l'équation proposée, les nouveaux systèmes ne pourront y satisfaire. Il en résulte que les racines telles que R' de l'équation auxiliaire ne jouissent pas des mêmes propriétés que la racine R, simple ou multiple : cette équation est réductible. Ainsi la quantité R, étant seule de son espèce parmi toutes les racines de l'équation auxiliaire, doit être donnée en réalité par une équation du premier degré; par suite, les coefficients

T, U.... de l'équation résolvante sont des fonctions rationnelles des coefficients de l'équation proposée.

» Je n'ai parlé que des équations dont le degré est premier; mais Lagrange a démontré que, si m est composé de plusieurs facteurs premiers, la résolution de l'équation se ramène à la résolution de plusieurs équations de degrés premiers. Il en résulte que, dans tous les cas, les équations algébriques sont résolubles algébriquement.

» Ainsi, la méthode de Lagrange conduit à la *possibilité* de résoudre algébriquement les équations, contrairement à une opinion reçue. Pour terminer ce qui est relatif à cette possibilité, il reste maintenant à examiner les principales objections que l'on pourrait y faire, c'est-à-dire à examiner certaines propositions d'Abel. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires à coefficients rationnels, dont la solution dépend de la quadrature d'une fonction rationnelle de la variable indépendante et d'un produit algébrique irrationnel.* Note de M. **Göran Dillner**, présentée par M. Hermite.

« Posons, dans la formule I[1] (2),

$$\mathfrak{B} = CB^{-1} = C(x-b_1)^{-\beta_1}\ldots(x-b_\nu)^{-\beta_\nu}, \tag{1}$$

et, suivant I(3),

$$\frac{\mathfrak{B}'}{\mathfrak{B}} = V \cdot\!\cdot\, V^{(r)} = -Y^{(r)}; \tag{2}$$

soit, de plus, comme dans la formule I(8), $\beta_r = \frac{m_r}{n}(r = 1, 2, \ldots, n)$, ou $m_1, \ldots, m_n$ sont des nombres entiers positifs ou négatifs dont au moins un soit premier avec n; alors, $p(x)^n$ étant une fonction rationnelle de x, $\mathfrak{B}$ sera une racine de l'équation suivante de degré n par rapport à $\mathfrak{B}$:

$$\mathfrak{B}^n - p(x)^n = 0. \tag{3}$$

Donc, d'après un théorème connu, toute fonction rationnelle de x et $\mathfrak{B}$,

(1) Le signe I se rapporte à ma Note insérée dans les *Comptes rendus* du 11 octobre.

$f(x, \mathfrak{B})$, peut se mettre sous la forme

$$(4) \qquad f(x, \mathfrak{B}) = A_1 \mathfrak{B}^{n-1} + \ldots + A_{n-1} \mathfrak{B} + A_n,$$

où les coefficients $A_1, \ldots, A_n$ sont des fonctions rationnelles de x.

» Posons, au lieu de I (6),

$$(5) \qquad \eta = \int f(x, \mathfrak{B}) dx = \int (A_1 \mathfrak{B}^{n-1} + \ldots + A_{n-1} \mathfrak{B} + A_n) dx,$$

d'où l'on tire, à l'aide de la formule (2), les dérivées

$$(6) \quad \begin{cases} \eta' = A_1 \mathfrak{B}^{n-1} + \ldots + A_{n-1} \mathfrak{B} + A_n, \\ \eta'' = \mathfrak{B}^{n-1}[(n-1) A_1 V + A'_1] + \ldots + \mathfrak{B}(A_{n-1} V + A_{n-1}) + A_n, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

où les coefficients de $\mathfrak{B}^{n-1}, \ldots, \mathfrak{B}$, dans toutes les dérivées, sont des fonctions rationnelles de x. Donc, $\Phi_0, \Phi_1, \ldots, \Phi_n$ étant des fonctions rationnelles de x, l'équation transformée I (5) sera de la forme

$$(7) \qquad \mathfrak{B}^n \Phi_0 + \mathfrak{B}^{n-1} \Phi_1 + \ldots + \mathfrak{B} \Phi_{n-1} + \Phi_n = 0,$$

équation qui doit être identiquement satisfaite, d'où il suit que les équations

$$(8) \qquad \mathfrak{B}^n \Phi_0 + \Phi_n = 0, \quad \Phi_1 = \ldots = \Phi_{n-1} = 0$$

doivent aussi être identiquement satisfaites. Mais chacune de ces n équations contient un ou plusieurs des coefficients $p_1, \ldots, p_n$, qui seront déterminés comme des fonctions rationnelles de x. En faisant usage de la formule I (10) et en mettant, d'après (1), $\mathfrak{B}_r = C_r B^{-1}$, une solution particulière prend, suivant I (4) et I (5), la forme

$$(9) \quad y_r = A e^{\int f(x, \mathfrak{B}_r) dx} = A e^{\int \left[A_1 \left(\frac{C_r}{B}\right)^{n-1} + \ldots + A_{n-1} \frac{C_r}{B} + A_n\right] dx} \quad (r = 1, 2, \ldots, n).$$

En observant que $C_1^r + \ldots + C_n^r = 0 \, [r = 1, 2, \ldots, (n-1)]$, le produit de ces n solutions particulières aura la forme

$$(10) \qquad y_1 y_2 \ldots y_n = A^n e^{n \int A_n dx}.$$

» Pour une équation du second ordre, remarquons que, en posant $A_1 \mathfrak{B} = \frac{C}{B_1}$, où B_1 sera encore un produit algébrique de la forme I (2), les solutions particulières prendront la forme générale, l'indice de B étant supprimé,

$$y_1 = A e^{\int \left(\frac{C}{B} + A_2\right) dx} \quad \text{et} \quad y_2 = A e^{\int \left(-\frac{C}{B} + A_2\right) dx},$$

le produit des deux solutions étant en ce cas

$$y_1 y_2 = A^2 e^{2\int A_2 dx}.$$

» Les coefficients p_1 et p_2 de l'équation différentielle proposée $y'' + p_1 y' + p_2 = 0$ seront déterminés par les deux équations données dans ma première Note, après y avoir remplacé X' par $X' + A_2$ et X'' par $X'' + A'_2$, c'est-à-dire par les équations

$$\left(\frac{C}{B}\right)^2 + p_2 + p_1(X' + A_2) + (X' + A_2)^2 + X'' + A'_2 = 0$$

et

$$p_1 - Y + 2(X' + A_2) = 0.$$

» *Remarque I.* — D'après ma deuxième Note, insérée dans les *Comptes rendus* du 26 octobre, on conclura que, l'indice de racine de la part irrationnelle du produit B étant inférieur à l'ordre n de l'équation différentielle proposée, le nombre de solutions particulières sera le même que cet indice, et qu'en ce cas les coefficients $p_1, \ldots, p_n$ pourront être déterminés de diverses manières par un nombre égal d'équations. Pour l'équation du second ordre, si l'on suppose que l'indice de racine soit 1, c'est-à-dire que le produit B ne contienne aucune irrationnalité, il n'y aura qu'une solution, et les coefficients $p_1, \ldots, p_n$ seront déterminés de diverses manières par l'équation (7), après y avoir posé $C = 0$, ou par l'équation

$$p_2 + p_1(X' + A_2) + (X' + A_2)^2 + X'' + A'_2 = 0,$$

où X est le logarithme d'un produit algébrique [I (2)] et A_2 une fonction rationnelle quelconque. . . .

» *Remarque II.* — L'intégrale (9) est la plus générale possible *de ce genre* qui puisse engendrer une équation différentielle linéaire à coefficients rationnels; car, s'il y en avait une plus générale, elle serait nécessairement de la forme

$$y = A e^{\int f(x, \mathfrak{B}) dx} \Sigma \psi(x) = e^{X + \log \Sigma \psi(x) + \int f(x, \mathfrak{B}) dx};$$

mais, si les fonctions $\psi(x)$ sont rationnelles, cette intégrale n'est pas plus générale que celle de la formule (9); si les fonctions ψ étaient d'une autre forme, par exemple de la forme exponentielle ou irrationnelle, les coefficients $p_1, \ldots, p_n$ contiendraient des fonctions exponentielles ou irrationnelles, et l'équation I (1) ne serait plus une équation à coefficients rationnels. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété des fonctions uniformes d'une variable, liées par une relation algébrique.* Note de M. E. Picard, présentée par M. Hermite.

« Dans une précédente Communication (26 juillet 1880), j'ai montré que, si deux fonctions uniformes d'une variable z, à discontinuités exclusivement polaires, sont liées par une équation hyperelliptique, cette dernière ne doit pas avoir un degré supérieur au quatrième, et l'on trouve alors facilement les formes possibles des deux fonctions. Considérons maintenant d'une manière générale deux fonctions uniformes u et v, liées par la relation algébrique irréductible de degré m

(I) $$F(u, v) = 0.$$

» Examinons d'abord le cas où la courbe représentée par l'équation (I) serait unicursale. On peut alors exprimer rationnellement u et v au moyen d'un paramètre, et cela de telle manière qu'à un système de valeurs de u et v ne corresponde qu'une seule valeur du paramètre. Celui-ci sera alors une fonction uniforme de la variable, et l'on aura par suite, pour u et v, les formes suivantes :

(μ) $$\begin{cases} u = \varphi\,[R(z)], \\ v = \varphi_1[R(z)], \end{cases}$$

φ et φ_1 étant des fonctions rationnelles, et $R(z)$ une fonction uniforme.

» Abordons maintenant le cas général. Nous supposerons, comme on le fait dans la théorie des fonctions abéliennes, que l'équation (I) contienne un terme de degré m par rapport à v, et que le rapport $\frac{v}{u}$ ait m valeurs finies et distinctes pour $u = \infty$.

» Soit

$$\int \frac{f(u, v)\,du}{F'_v(u, v)}$$

une intégrale abélienne de première espèce relative à l'équation (I), $f(u, v)$ désignant un polynôme convenable de degré $m - 3$. J'envisage l'expression

(II) $$\frac{f(u, v)\dfrac{du}{dz}}{F'_v(u, v)},$$

qui est manifestement, comme u et v, une fonction uniforme de z; mais il y a plus : nous allons montrer que cette fonction est une fonction entière. Examinons d'abord ce qu'elle devient pour un pôle $z = \alpha$ de u. Dans le voisinage de u infini on aura, puisque l'intégrale considérée est de première espèce,

$$\frac{f(u,v)}{F'_v(u,v)} = \frac{M}{u^m},$$

M prenant une valeur finie et différente de zéro pour $u = \infty$, et l'entier m étant égal ou supérieur à 2. Si n est le degré de multiplicité du pôle α, on aura alors

$$\frac{f(u,v)\dfrac{du}{dz}}{F'_v(u,v)} = (z-\alpha)^{(m-1)n-1}\,P(z-\alpha),$$

et, par suite, l'expression ne devient pas infinie pour $z = \alpha$.

» Soit maintenant z_0 une valeur de z telle que la valeur correspondante u_0 de u soit un point critique de la fonction algébrique v de u définie par l'équation (I). A une valeur de z voisine de z_0 correspondent une valeur de u et une valeur de v qui fait partie d'un certain système circulaire de racines de l'équation (I) relatif au point critique u_0. Soit p son degré; on voit de suite que $z = z_0$ devra être une racine de l'équation $u = u_0$, avec un degré de multiplicité égal à p ou un multiple λp de p. On a d'ailleurs, dans le voisinage de $u = u_0$,

$$\frac{f(u,v)}{F'_v(u,v)} = \frac{M}{(u-u_0)^{\frac{q}{p}}},$$

M prenant une valeur finie et différente de zéro pour $u = u_0$, et l'entier q étant inférieur à p. On aura donc

$$\frac{f(u,v)\dfrac{du}{dz}}{F'_v(u,v)} = (z-z_0)^{\lambda(p-q)-1}\,P(z-z_0).$$

Il est donc bien établi que l'expression (II) est une fonction entière, que je désigne par $G(z)$. On en déduit par l'intégration

$$\text{(III)}\qquad \int_{u_0}^{u}\frac{f(u,v)\,du}{F'_v(u,v)} = \int_{z_0}^{z} G(z)\,dz = G_1(z),$$

$G_1(z)$ étant, comme $G(z)$, une fonction entière. L'équation (III) constitue une relation entre les fonctions uniformes u et G_1. Mais une pareille

relation est impossible si le nombre caractéristique ordinairement désigné par p, relatif à l'équation (I), est supérieur à l'unité. On montre en effet facilement que dans ce cas, pour une valeur quelconque donnée à u, z pourrait prendre deux valeurs différant aussi peu que l'on voudrait, conclusion inadmissible. Nous supposerons donc $p = 1$, et la relation (III) montre immédiatement que u est une fonction doublement périodique $F[G_1(z)]$ de la fonction entière $G_1(z)$.

» A cause de la relation

$$\frac{du}{F'_v(u,v)} = -\frac{dv}{F'_u(u,v)},$$

on aura

$$\int_{v_0}^{v} \frac{f(u,v)\,dv}{F'_u(u,v)} = -G_1(z),$$

et par suite v sera, comme u, une fonction doublement périodique aux mêmes périodes de $G_1(z)$.

» *Ainsi, en résumé, le genre de la relation algébrique* (I) *doit être égal à zéro ou à l'unité. Dans le premier cas u et v sont de la forme* (μ), *et l'on a dans le second*

$$u = F[G_1(z)], \quad v = F_1[G_1(z)],$$

F *et* F_1 *étant des fonctions doublement périodiques aux mêmes périodes, et* $G_1(z)$ *une fonction entière*. J'indiquerai dans une Communication prochaine une application de ce théorème relative à l'intégration de certaines équations différentielles. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'application du photophone à l'étude des bruits qui ont lieu à la surface solaire.* Note présentée par M. Janssen au nom de M. **Alex. Graham Bell.**

« En visitant l'observatoire de Meudon, où il avait été invité par M. Janssen, M. Graham Bell a examiné avec beaucoup de soin les grandes photographies qu'on y fait pour l'étude de la surface solaire. M. Janssen lui ayant fait connaître qu'il constatait des mouvements d'une rapidité prodigieuse dans la matière photosphérique, M. Bell eut alors l'idée d'employer le photophone à la reproduction des bruits qui doivent nécessairement se produire à la surface de l'astre en raison de ces mouvements. M. Janssen trouva l'idée très belle et engagea M. Bell à en tenter la réalisation à

Meudon même, mettant tous les instruments de l'observatoire à sa disposition.

» Le temps s'étant montré très beau samedi dernier, M. Bell vint à Meudon en vue de cette expérience. Une grande image solaire de $0^m,65$ de diamètre fut explorée avec le cylindre au sélénium. Les phénomènes n'ont pas paru assez marqués pour pouvoir affirmer le succès; mais M. Bell ne désespère pas de réussir par de nouvelles études.

» En discutant les conditions qui seraient propres à assurer le succès, M. Janssen a émis l'idée qu'on augmenterait singulièrement les chances de réussite si, au lieu d'interroger directement l'image solaire, où les variations qui se produisent, quoique répondant à des changements considérables à la surface du Soleil, ne sont pas assez rapides dans nos instruments, même les plus puissants, pour déterminer dans l'appareil photophonique la production de bruits perceptibles, on faisait passer avec une rapidité convenable, devant un objectif qui donnerait les images conjuguées sur l'appareil à sélénium, ou tout autre, une série de photographies solaires d'une même tache, par exemple, prises à des intervalles suffisamment grands pour obtenir des variations très notables dans la constitution de la tache. Ce serait en quelque sorte le moyen de condenser en un temps aussi court qu'on voudrait des variations qui, dans les images solaires, sont beaucoup trop lentes pour donner naissance à un bruit, par l'action de la *pile photophonique*.

» M. Janssen s'est mis à la disposition de M. Bell pour lui donner les photographies solaires convenables à la réalisation de cette idée; de son côté, M. Bell a eu la gracieuseté de proposer à M. Janssen de lui envoyer les appareils photophoniques qu'il pourrait désirer pour atteindre le même but.

» Il a paru à M. Janssen que l'idée de chercher à reproduire sur terre les bruits causés par les grands phénomènes de la surface solaire était trop belle et trop importante, pour que son auteur ne s'en assurât pas immédiatement la priorité. C'est dans cette pensée que M. Janssen a engagé M. Bell à cette publication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation de la mannite.* Note de M. **J.-A. Pabst**, présentée par M. Wurtz.

« La mannite, comme l'ont montré les travaux de M. Berthelot, est un alcool hexatomique dérivé de l'hydrure d'hexyle par la substitution, six fois répétée, de l'hydroxyle à l'hydrogène, dans six résidus forméniques différents. Mais l'hydrure d'hexyle peut exister sous cinq formes différentes; on connaît en effet :

» L'hydrure normal CH^3-CH^2-CH^2-CH^2-CH^2, CH^3 bouillant à 69-70°; l'éthylisobutyle de M. Wurtz, ou propylisopropyle CH^3, CH^2, CH^2, $CH(CH^3)^2$ bouillant à 62°; le diéthyléthane de M. Le Bel

$$CH^3\text{-}CH^2\text{-}\underset{\substack{|\\ CH^3}}{CH}\text{-}CH^2\text{-}CH^3$$

bouillant vers 50°; le diisopropyle $(CH^3)^2CH$-$CH(CH^3)^2$ bouillant à 58°; enfin le triméthyléthylméthane $(CH^3)^3C$-CH^2CH^3 bouillant à 45°.

» MM. Wanklyn et Erlenmeyer, en traitant la mannite par l'acide iodhydrique, avaient obtenu l'hydrure normal et un iodure d'hexyle différent de ceux connus jusqu'alors, correspondant à un alcool β-hexylique, qui, par oxydation, fournissait une acétone; cette dernière, avec l'acide chromique, donnait les acides butyrique, carbonique et acétique, d'où l'on concluait que la formule de l'alcool β-hexylique était

$$CH^3, CH^2, CH(OH)CH^2CH^2CH^3.$$

Mais la synthèse de cet alcool, accomplie par M. Oechsner, a montré que par ses propriétés il différait entièrement de l'alcool β-hexylique.

» En outre, la mannite fondue avec la potasse donnait les acides propionique, acétique et formique; M. Wurtz avait constaté [1] l'identité de l'iodure d'hexyle, dérivé de l'hexylène obtenu par l'alcool amylique et le chlorure de zinc, avec l'iodure de β-hexyle. M. G. Bouchardat, dans ses belles recherches sur la mannite, avait obtenu en même temps les alcools β-hexylique et isopropylique; de plus, par l'acide iodhydrique il avait transformé la mannite en un hydrure d'hexyle bouillant à 58-62°; il était donc probable que la mannite dérivait d'un hydrocarbure à chaîne latérale. J'ai pu confirmer cette hypothèse et obtenir avec la mannite un acide tribasique. Voici comment j'opère :

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. III, p. 180.

» Je dissous dans 1^lit d'eau 40^gr de mannite et 100^gr de carbonate de potasse ou de bicarbonate de soude, et dans cette solution je verse lentement, et en refroidissant, 3^lit d'eau renfermant 120^gr de permanganate de potasse. L'oxydation s'accomplit instantanément, avec un dégagement considérable de chaleur; je filtre, je sursature par l'acide acétique et j'ajoute quelques centimètres cubes d'acétate de chaux; je précipite ainsi une petite quantité d'acides oxalique et tartrique, qui s'est formée. Je siphonne le liquide et je le précipite complètement par l'acétate de chaux en excès. J'obtiens ainsi de 15^gr à 25^gr d'un sel blanc, insoluble dans l'eau, la potasse caustique et l'acide acétique, même cristallisable et bouillant, soluble dans l'acide chlorhydrique; l'acétate de soude et les alcalis le précipitent de cette solution; au microscope il offre les caractères cristallographiques et optiques de l'oxalate de chaux. Son analyse a donné pour 100 :

				Théorie.
CaO.......	29,5	29,5	30,9	29,9

» Dans le dernier cas, le sel renfermait 4 pour 100 de carbonate de chaux, qui s'était produit malgré la présence de l'acide acétique et probablement par suite de la proportion trop faible de cet acide.

» J'ai transformé le sel de chaux en sel ammoniacal en le dissolvant dans l'acide chlorhydrique étendu, ajoutant du sulfate d'ammoniaque en quantité pesée (3^éq) et filtrant; le liquide a été évaporé à sec, et le résidu additionné d'ammoniaque et séché; par la cristallisation dans l'alcool j'ai obtenu un sel qui m'a donné à l'analyse :

		Calcul.
C.................	26,56	26,37
H.................	5,4	5,49
AzH^3...............	16,24	16,43

Il est soluble dans l'eau et l'alcool bouillant; l'alcool froid en dissout 2 pour 100 à 15°.

» J'ai préparé de même un sel acide de potasse, que je n'ai pu analyser, en ayant une trop petite quantité, et qui m'a offert les caractères suivants : il déplace l'acide acétique de ses sels à l'ébullition; il ne précipite les sels de chaux qu'après addition d'acétate de soude ou d'un alcali. Le précipité se produit même en présence d'une grande quantité de sels ammoniacaux ou de potasse caustique; il ne précipite pas, même en liqueur neutre, les sels de nickel, de glucine et d'alumine.

» J'ai essayé de préparer l'acide libre en précipitant le sel ammoniacal

par l'acétate de plomb, et décomposant le sel plombique par l'hydrogène sulfuré; mais, en évaporant le liquide au bain-marie, j'ai observé un dégagement d'acide carbonique, indiquant la décomposition de l'acide libre. En résumé, il est permis d'affirmer que la mannite donne par oxydation un acide tribasique de la formule $C^6H^8O^9$. J'ai cherché quels étaient les produits qui se formaient en même temps; j'ai précipité le liquide, renfermant un excès d'acétate de chaux, par l'acétate de plomb; le sel qui se dépose renferme 67,81 pour 100 de plomb métallique; la liqueur filtrée précipite encore par le sous-acétate de plomb. Les corps ainsi précipités, débarrassés du plomb par l'acide sulfurique très étendu, réduisent à froid la liqueur de Fehling et paraissent très voisins des corps que j'ai obtenus en oxydant la mannite par l'acide chromique ou par le permanganate en présence d'acide sulfurique. Je n'ai pu isoler aucun corps volatil.

» Étant donné que la mannite donne par oxydation un acide tribasique, et par conséquent qu'elle possède une chaîne latérale, on peut se demander de quel hydrure d'hexyle elle dérive. Nous savons, par les travaux de M. G. Bouchardat, que ce carbure bout à 58°-62°; ce ne pourrait être que l'éthylisobutyle ou le diisopropyle, mais ce dernier ne peut fournir d'acétone : il est donc probable que la mannite dérive de l'éthylisobutyle et qu'elle a pour formule

$$CH^2,OH\text{-}CHOH\text{-}CH,OH\text{-}COH\text{-}(CH^2OH)^2.$$

Alors mon acide nouveau aurait pour formule

$$CO^2H\text{-}CHOH\text{-}CHOH\text{-}COH\text{-}(CO^2H)^2.$$

» Si l'acide citrique dérive du diéthyléthane et a pour formule

$$\begin{array}{c} CO^2H\text{-}CH^2\text{-}COH\text{-}CH^2\text{-}CO^2H, \\ | \\ CO^2H \end{array}$$

qu'en un mot il est l'acide β-oxycarballylique, on voit que l'acide nouveau dérive également de la glycérine, mais par suite de la substitution de deux groupes carboxyliques dans le même groupe carboné : c'est ce que montre la formule suivante :

$$\begin{array}{lll} CH^2OH & CH^2CO^2H & CH,(CO^2,H)^2 \\ | & | & CH,OH \\ CHOH & COH,CO^2H & CH^2,CO^2H \\ | & | & \\ CH^2OH & CH^2,CO^2H & \end{array}$$

» Si l'on adoptait le nom d'*acide isocitrique* pour ce dernier acide, celui de la mannite pourrait être nommé acide *dioxyisocitrique* [1]. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les ferments des matières albuminoïdes.* Note de M. **Duclaux**, présentée par M. Pasteur.

« Les modifications de propriétés et de goût qui amènent la maturation des fromages, et que j'ai étudiées dans une Communication antérieure (*Comptes rendus*, t. LXXXV), ne sont pas des phénomènes spontanés : elles s'accomplissent sous l'action d'un certain nombre de ferments, qui ont pour caractère de s'attaquer à peu près exclusivement aux matières albuminoïdes. Ces êtres sont encore peu connus. Ce sont eux pourtant qui, dans la nature, président aux migrations de l'azote, font et défont les fumiers, sont présents toutes les fois qu'une plante pousse ou qu'un tissu vivant se désorganise. Les ayant rencontrés dans mon travail sur les fromages, j'ai cru devoir les étudier individuellement, après les avoir isolés par les procédés culturaux que M. Pasteur a appris à mettre en œuvre.

» La principale difficulté de cette étude est la multiplicité des espèces, dont il existe certainement plus d'une centaine. Sur ce nombre, il n'y en a guère qu'une vingtaine que je connaisse bien actuellement.

» Par les bien connaître, je n'entends pas seulement en avoir dessiné les formes ou mesuré les dimensions : ce sont là des caractères secondaires, tant ils subissent de variations; j'entends surtout connaître les conditions physiologiques d'existence de ces ferments, leur nature aérobie ou anaérobie, les aliments qu'ils préfèrent ou dont ils se contentent, les transformations chimiques qu'ils amènent dans le milieu où ils vivent, la température qui leur convient le mieux, celle à laquelle ils périssent. Tout cela n'est pas de trop pour les caractériser. Il y a même des cas où il faut avoir recours, pour décider de l'identité ou de la différence de deux êtres pour lesquels tout ce qui précède est commun, à des comparaisons minutieuses et à des cultures répétées dans des milieux variés. Cohn a dit qu'il y avait peut-être, dans le monde des infiniment petits, des êtres se ressemblant autant que les amandiers à amandes douces et amères. Je donne, je crois, dans mon Mémoire, la première preuve de cette assertion.

» En présence de la multitude d'espèces que j'ai rencontrées, les classi-

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

fications actuelles ne pouvaient m'être d'aucun secours. Pour donner une idée de la confusion qu'elles autorisent, je dirai qu'en restant fidèle à leurs diagnoses j'aurais pu appliquer le nom déjà trop employé de *Bacillus subtilis* à la moitié au moins des espèces que j'ai isolées. J'ai même cru devoir abandonner la distinction des genres, comme reposant jusqu'ici sur des caractères trop incertains. J'ai donné à mes ferments des noms provisoires, choisis en dehors de tout système, et mon Mémoire se compose d'une série de monographies. Néanmoins, quelques traits généraux se dégagent de ces études ; je les résume brièvement.

» Les ferments des matières albuminoïdes sont aérobies ou anaérobies, ou à la fois l'un et l'autre. Cultivés dans du lait, ils transforment la caséine en albumines solubles, de constitution très voisine, sinon identique, et ne pourraient guère être distingués sous ce rapport. Mais ce que les aérobies font par une action lente et régulière, les anaérobies l'accomplissent en dégageant de l'acide carbonique et de l'hydrogène, dont une portion devient de l'hydrogène sulfuré ou même des *phosphures d'hydrogène*. Aussi la masse prend une odeur et une saveur putrides.

» On peut conclure de là que les anaérobies sont redoutables quand ils interviennent dans la fabrication du fromage, et l'on comprend que la pratique ait été amenée, d'une façon inconsciente, à favoriser la prédominance des aérobies, en donnant, aux fromages dont elle veut pousser très loin la maturation et l'affinage, les formes de tables plates ou de cylindres allongés, ce qui augmente le rapport de la surface au volume.

» En outre des albumines solubles provenant de la caséine, on trouve dans les liquides où ont vécu ces ferments des produits divers : quelquefois des alcools, de l'acide oxalique avec les mucédinées, et avec les ferments des sels ammoniacaux à acides gras, du carbonate d'ammoniaque, de la leucine, de la tyrosine et d'autres amides cristallisables, parmi lesquelles je dois signaler l'urée.

» On reconnaît là les produits normaux de la transformation des matières albuminoïdes soit dans les profondeurs de l'organisme, soit dans la digestion. C'est que la digestion est, pour une bonne part, une fermentation complexe. Tous les êtres que j'ai étudiés peuvent être retrouvés déjà en pleine activité dans l'estomac, et, s'ils y sont, en général, primés par les cellules de la muqueuse, leur nombre et leur influence croissent tellement, à mesure que la digestion s'avance, que tout ce qu'on sait sur ce phénomène est à reprendre, en tenant compte de cet élément nouveau.

» Mais l'analogie que je viens de signaler a des causes plus profondes

encore. Comme ces cellules, les ferments figurés sécrètent des ferments solubles, qui viennent s'ajouter à ceux de l'organisme et ne sont pas moins multipliés qu'eux.

» Par exemple, et pour nous en tenir au lait, tous les êtres qui vivent dans ce liquide produisent, en proportions plus ou moins grandes et variables d'une espèce à l'autre, deux sortes de ferments solubles : une présure analogue à celle de l'estomac du veau, qui coagule la caséine et respecte ensuite presque absolument le caséum formé ; puis une sorte de pepsine qui transforme la caséine du lait, coagulée ou non, en une sorte de peptone soluble dans l'eau.

» C'est ce dernier ferment qui est le plus intéressant. Il transforme, en quelques minutes, le lait écrémé en un liquide transparent et homogène, de couleur moins foncée que le petit-lait ; avec le lait normal, il y a, en plus, une couche de crème. Dans les deux cas, la caséine a disparu en tant que caséine, et l'on peut remarquer, à ce propos, que c'est surtout à elle, et non pas seulement aux globules gras, que le lait doit sa couleur blanche. La crème lui donne seulement de l'opacité.

» A quoi est due cette transformation de la caséine en albumine ? A un simple phénomène d'hydratation, sans aucun doute, si l'on se rapporte à toutes les actions connues des diastases. Ainsi se trouve confirmée, au moins pour la caséine, une idée émise il y a longtemps par M. Dumas au sujet des matières albuminoïdes en général, idée qui avait été abandonnée et avait été remplacée, pour la caséine, par des théories diverses dont aucune ne résiste à la constatation du simple fait que je viens de signaler.

» Ce lait transparent a une saveur peu différente de la saveur normale du lait, et, comme il est désormais incoagulable et peut être absorbé en nature par l'estomac, il trouvera peut-être un emploi utile. Mais je laisse de côté cette question. Chargé par le Ministère de l'Agriculture d'une mission relative à l'étude des fromages, c'est ce sujet seul que j'ai voulu aborder tout d'abord.

» Je n'ai pas besoin de dire que, là aussi, les ferments solubles jouent un rôle. Ce sont eux qui se diffusent dans la pâte, l'assouplissent et la transforment. S'ils étaient seuls, le produit obtenu serait peu savoureux. Alors interviennent les substances plus sapides et plus odorantes, résultant du développement et de la vie des ferments figurés. Un fromage est *fait*, quand il contient, dans une proportion convenable, ces deux catégories d'éléments. Si, par les derniers, il est un excitant de l'appétit et de l'estomac, il

est, par les premiers, un aliment à moitié digéré, apportant à la masse commune un excédent de ferments solubles et de ferments figurés.

» Il ne serait pas difficile de montrer que les procédés si divers de l'industrie fromagère sont, dans leurs traits généraux, en complet accord avec ce qui précède; mais je réserve ce sujet pour une autre Communication. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'inoculation du charbon symptomatique par injection intra-veineuse, et de l'immunité conférée au veau, au mouton et à la chèvre par ce procédé.* Note de MM. Arloing, Cornevin et Thomas, présentée par M. Bouley.

« I. Le 31 mai dernier, nous présentions à l'Académie une Note où nous prouvions, par une série d'expériences, que la tumeur du *charbon symptomatique du bœuf* (Chabert) renferme un microbe qui la rend inoculable à plusieurs espèces (veau, mouton, chèvre, etc.), et qui diffère du *Bacillus anthracis* par ses caractères objectifs et par la manière dont il se comporte lorsqu'il est inséré dans le tissu conjonctif sous-cutané et intramusculaire. Depuis cette époque, nous avons constaté un autre caractère différentiel important entre le microbe du charbon symptomatique et celui du sang de rate.

» On sait que le *Bacillus anthracis* tue les animaux non réfractaires quand il est introduit expérimentalement dans le sang. M. Toussaint a même démontré que la mort des sujets d'expérience survient d'autant plus vite que le nombre des bactéridies injectées est plus considérable. Le microbe du charbon symptomatique se comporte autrement. Si, après l'avoir mis en suspension dans l'eau distillée et débarrassé de toutes particules emboliques, on l'injecte dans la veine jugulaire du veau, du mouton et de la chèvre, les animaux survivent toujours à cette inoculation, pourvu que l'on ait pris toutes les précautions nécessaires pour ne pas déposer le microbe dans le tissu cellulaire ambiant ou dans les parois de la veine [1]. Les sujets inoculés ne présentent pas de tumeurs charbonneuses; ils

(1) La quantité de dilution employée a varié de $0^{cc},5$ à 4^{cc} sur le mouton, de 2^{cc} à 12^{cc} sur le veau. Nous poursuivons des essais dans le but de déterminer la richesse des dilutions en microbes et la quantité minimum nécessaire pour conférer l'immunité et pour reproduire la tumeur dans les masses musculaires.

montrent simplement un malaise plus ou moins grand, accompagné d'inappétence et de fièvre (la température s'élève de 1°,9 au maximum), et ces symptômes généraux durent seulement un, deux ou trois jours; ils disparaissent, en général, plus rapidement chez le veau et la chèvre que chez le mouton.

» Le résultat a été constant, que le microbe ait été pris dans la tumeur spontanée ou dans la tumeur reproduite expérimentalement. L'activité du microbe était toujours essayée à l'aide d'une ou plusieurs inoculations intra-musculaires faites sur des sujets témoins.

» Le microbe de la tumeur du charbon symptomatique paraît donc épuiser rapidement son activité dans le sang, et, à ce point de vue, il se différencie nettement du *Bacillus anthracis*. De plus, introduit dans ce milieu, il ne reproduit pas la maladie avec ses caractères naturels.

» II. Ces faits étant constatés, nous nous sommes demandé si les animaux qui résistent à l'inoculation intra-veineuse n'ont pas, *ipso facto*, acquis l'immunité, comme M. H. Bouley et M. Chauveau l'ont observé pour la péripneumonie contagieuse du bœuf. Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons injecté le microbe dans les muscles des sujets qui l'avaient reçu en injection intra-veineuse cinq, huit, dix, quinze ou vingt jours auparavant. Or aucune de ces inoculations, faites jusqu'à présent sur trois veaux, cinq moutons et une chèvre, n'a engendré la tumeur charbonneuse. Le produit inoculé a provoqué la formation d'un abcès dans lequel le microbe conserve son activité.

» Il est donc évident que l'introduction du microbe de la tumeur du charbon symptomatique dans le sang confère au veau, au mouton et à la chèvre l'immunité contre les effets désastreux de l'inoculation intra-musculaire. Cette immunité n'est effective qu'après l'apparition des troubles éphémères qui suivent l'injection, car, si l'on fait simultanément une inoculation intra-veineuse et une inoculation dans la gaîne cellulaire de la veine, le sujet est emporté par les accidents locaux, qui se développent avec la rapidité ordinaire.

» Une première injection nous a paru prémunir les animaux contre les effets passagers d'une injection ultérieure. Ainsi, un veau qui avait reçu une première injection de 4^{cc} n'a pas montré le moindre trouble de la santé à la suite d'une seconde injection intra-veineuse de 12^{cc}. Nous avons encore observé que l'immunité semble croître avec le nombre des inoculations d'épreuve. Tel veau a été inoculé quatre fois du 3 juin au 24 août;

les accidents locaux produits par les inoculations furent d'abord assez intenses, puis finirent par être nuls.

» S'il était démontré que le microbe, au moment où il infecte naturellement les jeunes bovidés, est dans le même état que celui de la tumeur, l'injection intra-veineuse constituerait un procédé de vaccination extrêmement précieux dans les contrées où le charbon symptomatique fait de grands ravages. Cette démonstration reste à faire; il serait néanmoins utile de voir empiriquement, dès à présent, si les veaux vaccinés de cette façon résisteraient au sein de foyers infectieux. Nous allons instituer des expériences dans cette direction. »

M. Maurice Robin adresse une Note relative à la théorie de la nutrition animale.

M. A. Barthélemy adresse une Note relative aux particularités offertes par la végétation des jacinthes, lorsque la plante est entièrement immergée dans l'eau.

M. R. Arnoux adresse une Note relative aux expériences de photophonie de M. Graham Bell.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.